
HUBUNGAN ANTARA KADAR DEBU BATUBARA TOTAL DAN TERHIRUP SERTA KARAKTERISTIK INDIVIDU DENGAN GANGGUAN FUNGSI PARU PADA PEKERJA DI LOKASI COAL YARD PLTU X JEPARA

Nelly Sri Rahayu Simanjuntak¹, Dr. dr. Ari Suwondo, MPH²,
Ida Wahyuni, SKM, M.Kes²

¹Mahasiswa Peminatan Kesehatan dan Keselamatan Kerja
Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro

²Staf Pengajar Peminatan Kesehatan dan Keselamatan Kerja
Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro

ABSTRACT

One of the negative effects from activity on coal yard location is air pollutant by coal dust. Coal dust that inhaled can caused the worker have lung function disorder risk. There are two prominent of lung function disorder that is restriction and obstruction. But there are also mixed disorder that compounding between restriction and obstruction.

The purpose of this research was to analyze the correlation between total and inhaled coal dust amount and individual characteristic with lung function disorder of coal yard workers at PLTU X Jepara. This research was an observational study with cross sectional approach. The subjects of this study were all of workers in coal yard location by 40 persons as respondents.

The result of this research showed that lung function disorder that happened in to the workers was restriction lung function disorder, which was from 35 respondents there were 25,7% were normal, 71,4% with light restriction and 2,9% with average restriction. Result from spirometer tests showed that there was no obstruction and mixed lung function disorder for workers. The result of total dust amount in 5 locations using High Volume Sampler showed was dust amount is bigger than Threshold Limit Value.

Based on Rank-spearman statistical tests, it was obtained the value of total dust amount (p -value = 0.001), and from the Pearson correlation test of inhaled dust amount (p -value = 0.000), smoking habit (p -value = 0.000), age (p -value = 0.533), nutrient status (p -value = 0.101) and exercise habit (p -value = 0.894). The

conclusion of this study, there was a significant correlation between total dust amounts, inhaled dust amount and smoking habit with lung function disorder, whereas there was no correlation between age, nutrient status and exercise habit with lung function disorder.

Keywords : Lung function disorder, coal dust, total dust amount, inhaled dust amount

Literature : 64, (1986-2012)

PENDAHULUAN

Penyakit saluran napas banyak ditemukan secara luas dan berhubungan erat dengan pajanan terhadap debu tertentu. Sejak awal tahun 1800-an mulai diketahui hubungan antara pajanan debu batubara dengan resiko terkena penyakit paru pada pekerja. Pada saat itu di Inggris dan Amerika Serikat penyakit paru pada pekerja tambang batubara dilaporkan dengan sebutan *miner's asthma* (asma pekerja tambang), *miner's black lung* atau antrakosis.

Debu batubara mengandung bahan kimiawi yang dapat mengakibatkan terjadinya penyakit paru-paru. Penyakit tersebut muncul bila masyarakat yang berada di lokasi tambang batubara, atau di kawasan lalu-lintas pengangkut batubara, menghirup debu batubara secara terus-menerus, dan yang paling

beresiko adalah pekerja yang terpapar oleh debu batubara itu sendiri.

Data di Australia pada tahun 1979 - 2002 terdapat 6% pneumokoniosis batubara. Prevalensi pneumokoniosis batubara di berbagai pertambangan di Amerika Serikat dan Inggris bervariasi (2,4-30%) tergantung besarnya kandungan batubara pada daerah pertambangan tersebut. Penelitian Darmanto *et al.* di tambang batubara tahun 1989 menemukan prevalensi pneumokoniosis batubara sebesar 1,15%.

PLTU X Jepara merupakan pembangkit tenaga listrik yang memanfaatkan potensi batubara kalori rendah (*low rank coal*), sebagai bahan bakar utama PLTU. Batubara adalah batuan sedimen yang dapat terbakar, terbentuk dari endapan organik utama yaitu sisa-sisa tumbuhan dan terbentuk melalui proses pembatubaraan. Batubara memiliki peranan penting di seluruh dunia,

salah satunya untuk pembangkitan tenaga listrik. Dalam hal ini konsumsi batubara dalam proyek PLTU X Jepara diperkirakan sekitar 1.900.000 ton batubara per tahun.

Lokasi *coal yard* adalah area yang beresiko tinggi terhadap pajanan debu batubara karena pada bagian tersebut mencakup kegiatan mengumpulkan, menyimpan dan meratakan stok batubara, dimana pada saat proses pengumpulan, batubara akan mengalami pergerakan seperti guncangan atau gesekan yang pastinya akan menimbulkan debu batubara yang berterbangan. Dampak negatif dari kegiatan di lokasi *coal yard* adalah timbulnya pencemaran udara oleh debu batubara. Debu batubara ini akan mencemari udara dan lingkungannya sehingga pekerja di lokasi *coal yard* dapat terpapar debu yang dapat berpengaruh terhadap kesehatan manusia khususnya gangguan fungsi paru.

Aktivitas di lokasi *coal yard* PLTU X Jepara dilakukan oleh 5 jenis pekerja yakni operator *loader*, operator SR, operator *belt conveyor*, *helper* dan *crusher*. Kelima aktivitas ini berlangsung di *coal yard* dengan paparan dosis pencemaran debu batubara yang berbeda.

Data sekunder yang diperoleh dari hasil *Monthly Medical Report Plant Site* yang dilakukan oleh bagian *Health* PT. KPJB pada tahun 2012 diketahui bahwa kasus infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) merupakan peringkat teratas dari jumlah kasus penyakit pekerja, dimana dari periode Februari sampai Juni 2012 jumlah kasusnya semakin meningkat. Data akhir yang didapat adalah periode Juni 2012 dengan jumlah 41 kasus di PLTU X Jepara, dengan total kasus ISPA yang terjadi selama Februari sampai Juni 2012 sebanyak 151 kasus. Beberapa keluhan yang sering diutarakan para pekerja adalah seringnya pekerja mengalami batuk berdahak dengan warna kehitaman. Dari informasi dan data yang didapat dari bagian SHE PLTU X Jepara diketahui bahwa belum pernah dilakukan pengukuran kadar debu di lokasi kerja khususnya di lokasi *coal yard*.

LOKASI DAN WAKTU PENELITIAN

Penelitian dilakukan di lokasi *Coal yard* pada Divisi Jetty & Material PLTU X Kabupaten Jepara yang dilakukan pada bulan Nopember sampai Desember 2012.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan pendekatan *cross sectional*. *Cross sectional* adalah suatu rancangan penelitian observasional yang dilakukan untuk mengetahui hubungan variabel independen dengan variabel dependen dimana pengukurannya dilakukan pada satu saat (serentak). Untuk memperdalam atau memperjelas hasil dari penelitian kuantitatif maka perlu menambah metode kualitatif dengan wawancara mendalam pada pekerja di lokasi *coal yard* PLTU X Jepara. Penelitian ini menggunakan pendekatan waktu *point time approach*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

PLTU X Jepara memiliki 8 divisi salah satu diantaranya yaitu divisi *Coal*

yard. Manajer *Coal yard* bertanggung jawab dalam bongkar muat batubara dan batu kapur di tempat yang aman dengan bantuan peralatan alat berat dan juga bertanggungjawab dengan penanganan limbah pabrik termasuk semua debu yang berasal dari bahan produksi berbahaya maupun limbah non berbahaya.

Pada lokasi *coal yard*, terdapat 35 orang pekerja, dengan 5 bagian pekerjaan yakni, *helper* sebanyak 10 pekerja, *crusher* sebanyak 13 pekerja, operator *loader* sebanyak 4 pekerja, operator *spreader* sebanyak 3 pekerja dan *conveyor* sebanyak 5 pekerja.

Hasil penelitian dan uji statistik untuk mencari hubungan antara kadar debu batubara total dan terhirup serta karakteristik individu pekerja dengan gangguan fungsi paru sebagai berikut :

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Nilai FVC%, FEV1% dan FEV1/ FVC% pada Pekerja di Lokasi *Coal yard* PLTU X Jepara

	Min	Max	Mean	Me	SD
%FVC	59	88	74,86	75	6,958
%FEV1	75	85	79,31	79	2,349
%FEV1/FVC	75,1	100	94,123	96	6,969

Pada pengukuran %FEV1/FVC didapatkan hasil bahwa semua responden memiliki %FEV1/FVC ≥ 75 . Hasil tersebut menandakan bahwa semua responden tidak mengalami gangguan perlambatan atau gangguan kecepatan aliran udara pada proses respirasi. Dengan hasil %FEV1/FVC ≥ 75 , maka semua responden tidak mengalami gangguan pernapasan obstruktif.

Pada pengukuran %FVC didapatkan hasil bahwa sebagian besar responden memiliki %FVC 59-88 yaitu sebanyak 74,86%. Oleh sebab nilai %FEV1/FVC ≥ 75 , maka klasifikasi pengukuran %FVC yaitu untuk nilai %FVC 30-59 digolongkan menjadi gangguan restriktif sedang, %FVC 60-79 digolongkan menjadi gangguan restriktif ringan, serta %FVC ≥ 80 digolongkan menjadi normal.

Tabel 2 Distribusi Frekuensi Berdasarkan Kriteria Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja di Lokasi *Coal yard* PLTU X Jepara

Kapasitas Fungsi Paru	Frekuensi	Persentase (%)
Normal	9	25,7
Restriksi Ringan	25	71,4
Restriksi Sedang	1	2,9
Total	35	100

Dari hasil pengukuran spirometri yang telah dilakukan di ketahui bahwa terdapat 74,86% mengalami gangguan fungsi paru restriktif. Tidak terdapat responden yang mengalami gangguan fungsi paru obstruktif.

Hasil penelitian menunjukkan nilai rerata untuk %FEV1/FVC adalah 94,12, rerata %FEV1 adalah 79,31. Sedangkan untuk rerata %FVC adalah 74,86 atau termasuk dalam golongan gangguan restriktif ringan.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Kadar Debu Batubara Total di Udara di Lokasi *Coal yard* PLTU X Jepara

No	Area Kerja	Kadar Debu (mg/m ³)	Jumlah Responden	%
1	<i>Helper</i>	16,4	10	29
2	<i>Crusher</i>	14,9	13	37
3	<i>Loader</i>	13,9	4	11
4	SR	11,9	3	9
5	<i>Conveyor</i>	12,3	5	14
Jumlah			35	100

Pengukuran kadar debu total di lokasi *coal yard* PLTU X Jepara dilakukan di 5 titik yang berbeda sesuai dengan area dari masing-masing jenis pekerjaan yang ada di lokasi *coal yard*. Dari seluruh hasil pengukuran kadar debu yang didapat ternyata 5 lokasi titik tersebut melebihi NAB berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 16-7058-2004 tentang pengukuran kadar debu total di tempat kerja yakni 10mg/m³. Pengukuran dilakukan pada siang hari pukul 11.00 WIB dengan lama pengukuran di masing-masing titik selama 30 menit dengan metode gravimetric.

Secara umum dapat diketahui bahwa kadar debu area kerja terbuka lebih tinggi dibandingkan area kerja tertutup. Para pekerja yang berada di

area kerja terbuka / terpapar debu secara langsung misalnya para *helper*, *crusher* dan juru *conveyor belt* terkena pajanan debu batubara antara 13,9 – 16,4 mg/m³, sedangkan pekerja yang bekerja di dalam unit seperti operator *loader* dan operator *spreader* terkena pajanan debu batubara antara 11,9 – 12,3 mg/m³. Para pekerja yang bekerja di dalam unit tetap terkan pajanan debu batubara dikarenakan kondisi unit yang kurang baik yakni pintu atau jendela yang rusak sehingga debu batubara tetap bebas masuk ke dalam unit yang dioperasikan. Dalam penelitian ini pengukuran debu dilakukan dengan *High Volume Sampler*, akan tetapi analisis komponen debu tidak dilakukan karena berbagai keterbatasan.

Tabel 4. Distribusi Frekuensi Berdasarkan Kadar Debu Batubara Terhirup Pada Pekerja di Lokasi *Coal yard* PLTU X Jepara

Kadar Debu Batubara Terhirup	Frekuensi	Persentase (%)
Diatas NAB	11	31,4
Dibawah NAB	24	68,9
Total	35	100

Pengukuran kadar debu batubara diletakkan pada kerah baju, sambil terhirup secara perorangan dengan pekerja tersebut melakukan menggunakan alat *Personal dust sampler* (PDS) terhadap masing-masing pekerja selama 30 menit dan aktivitasnya dalam bekerja. prinsipnya sama dengan pengukuran Dari seluruh hasil pengukuran kadar debu yang dilakukan terdapat 11 responden atau 31% yang mempunyai kadar debu total, hanya untuk PDS kadar hirup debu yang diatas NAB ditempel pada pekerja setinggi alat yaitu 2,1mg/m³. pernapasan. Pada umumnya

Tabel 5. Hasil Uji Statistik

No	Variabel Bebas	Variabel Terikat	Sig (p-value)	Kesimpulan
1	Kadar Debu Batubara Total	Gangguan Fungsi Paru	0,001	Terdapat Hubungan
2	Kadar Debu Batubara Terhirup	Gangguan Fungsi Paru	0.000	Terdapat Hubungan
3	Umur	Gangguan Fungsi Paru	0,533	Tidak Terdapat Hubungan
4	Status Gizi (IMT)	Gangguan Fungsi Paru	0,101	Tidak Terdapat Hubungan
5	Kebiasaan Olahraga	Gangguan Fungsi Paru	0.894	Tidak Terdapat Hubungan
6	Kebiasaan Merokok	Gangguan Fungsi Paru	0,000	Terdapat Hubungan

Debu batubara adalah campuran kompleks berbagai proporsi mineral, *trace metal*, dan bahan organik dengan derajat yang berbeda dari partikulat batubara. Berbagai komponen aktif debu batubara diduga berperan secara langsung pada patogeneis penyakit akibat debu batubara, antara lain silika, *carbon centered radical*, dan besi. *Carbon centered radical* adalah radikal bebas dari komponen organik batubara. Senyawa itu bersifat stabil dan terperangkap dalam struktur batubara, sehingga tidak terlibat dalam reaksi biologis di dalam tubuh. Besi (Fe^{2+} dan Fe^{3+}) adalah komponen bioaktif yang dilepaskan oleh debu batubara. Besi mampu mengkatalisis pembentukan senyawa oksigen reaktif melalui reaksi dengan oksigen dan/atau hidrogen peroksida.

Secara umum diketahui bahwa debu berperan penting dalam berbagai gangguan pernapasan. Semakin tinggi kadar debu, semakin besar kemungkinan terkena gangguan pernapasan dan sebaliknya. Berdasarkan hasil analisa kadar debu total dengan gangguan fungsi paru yang dilakukan dengan menggunakan uji korelasi *rank-spearman* diperoleh nilai p-value untuk gangguan fungsi paru = 0,001 dengan tingkat

signifikansi $\alpha = 0,05$. Hasil ini menandakan adanya hubungan antara kadar debu total dengan gangguan fungsi paru pada pekerja di lokasi *coal yard* PLTU X Jepara.

Dari hasil penelitian diketahui bahwa semua pekerja yang berada di lokasi kerja dengan jumlah paparan debu total yang tinggi (14,9-16,4 mg/m^3) memiliki gangguan fungsi paru restriktif. Hal ini menandakan bahwa semakin tinggi nya kadar debu total maka semakin tinggi juga kejadian gangguan fungsi paru restriktif. Hal ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa kegiatan penimbunan batubara, dalam bentuk gunung akan menimbulkan dampak terhadap penurunan kualitas udara, berupa peningkatan debu udara ambien. Dispersi debu batubara terjadi karena bantuan angin yang berhembus mengenai tumpukan batubara, saat penurunan dan kenaikan batubara ke kendaraan pengangkut.

Penelitian Mullolli *et al* mengungkapkan adanya peningkatan jumlah penderita asma pada anak yang tinggal di dekat atau jauh dari lokasi pertambangan batubara terbuka. Hal ini mengindikasikan bahwa penyakit akibat debu batubara berhubungan dengan sifat debu yang mudah diterbangkan oleh angin.

Berdasarkan hasil analisa kadar debu terhirup dengan gangguan fungsi paru yang dilakukan dengan menggunakan uji korelasi *pearson product moment* diperoleh nilai p-value untuk gangguan fungsi paru = 0,000 dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$. Hasil ini menandakan adanya hubungan antara kadar debu terhirup dengan gangguan fungsi paru pada pekerja di lokasi *coal yard* PLTU X Jepara.

Menurut peneliti hal ini terjadi karena tingginya kadar debu batubara total yang terpapar di lokasi *coal yard*. Semakin tinggi kadar debu di udara maka semakin tinggi juga kadar debu yang dapat terhirup oleh pekerja.

Hasil penelitian ini sesuai dengan teori yang menyebutkan bahwa partikel debu yang masuk ke dalam alveoli akan fokus dan berkumpul di bagian awal saluran limfe paru. Debu ini akan difagositosis oleh makrofag. Debu yang bersifat toksik terhadap makrofag seperti silica bebas merangsang terbentuknya makrofag baru. Makrofag baru memfagositosis silica bebas tadi sehingga terjadi *autolysis*, keadaan ini terjadi berulang-ulang. Pembentukan dan destruksi makrofag yang terus menerus penting pada pembentukan jaringan ikat kolagen dan pengendapan hialin pada

jaringan ikat tersebut. Fibrosis ini terjadi pada parenkim paru yaitu pada dinding alveoli dan jaringan intertestinal. Akibat fibrosis paru akan menjadi kaku dan menimbulkan gangguan pengembangan paru yaitu kelainan fungsi paru yang *restriktif*.

Berdasarkan hasil analisa umur dengan nilai gangguan fungsi paru yang dilakukan dengan menggunakan uji korelasi *pearson product moment* diperoleh nilai p-value untuk gangguan fungsi paru= 0,533 dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara umur dengan gangguan fungsi paru.

Umur merupakan variabel yang penting dalam hal terjadinya gangguan fungsi paru. Semakin bertambahnya umur, terutama yang disertai dengan kondisi lingkungan yang buruk serta kemungkinan terkena suatu penyakit, maka kemungkinan terjadinya penurunan fungsi paru dapat terjadi lebih besar. Seiring dengan pertambahan umur, kapasitas paru juga akan menurun. Kapasitas paru orang berumur 30 tahun ke atas rata-rata 3.000 ml sampai 3.500 ml, dan pada orang yang berusia 50 tahunan kapasitas paru kurang dari 3.000 ml.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Fakhur

Razi pada pekerja tambang batubara pada bagian penggalian BWE system di Sumatra Selatan bahwa umur tidak memperlihatkan hubungan bermakna secara statistik terhadap keluhan klinis dan kelainan faal paru, meskipun biasanya orang yang berumur 35 tahun akan cenderung mengalami penurunan daya tubuh serta semakin rentan terhadap berbagai faktor resiko yang berhubungan dengan penyakit paru dan kardiovaskular.

Walaupun pada uji statistik membuktikan bahwa tidak ada adanya hubungan umur dengan kapasitas vital paru, tetapi tetap terdapat potensi bahwa umur seseorang berpengaruh terhadap kerja sistem organ pernapasan, semakin tua umur seseorang maka semakin menurun fungsi pernapasannya.

Berdasarkan hasil analisa status gizi (IMT) dengan gangguan fungsi paru yang dilakukan dengan menggunakan uji korelasi *pearson product moment* diperoleh nilai p-value untuk gangguan fungsi paru = 0,101 dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara status gizi (IMT) dengan gangguan fungsi paru.

Menurut peneliti hal ini terjadi karena terpenuhinya status gizi para pekerja di PLTU X dilihat dari pangan

yang cukup dan disediakan oleh PLTU sendiri. Setiap pekerja mendapatkan makanan untuk sarapan dan makan siang, dimana dengan menu lengkap yang terdiri dari nasi, sayuran dan lauk serta potongan buah. Selain itu tersedia juga air minum yang dapat dikonsumsi bebas setiap saat oleh para pekerja.

Menurut teori, menyatakan bahwa kekurangan makanan yang terus menerus akan menyebabkan susunan fisiologis terganggu dan dapat mengganggu kapasitas vital paru seseorang. Status gizi secara teoritis dapat mempengaruhi daya tahan responden terhadap efek debu, sehingga pada seseorang dengan status gizi baik kemungkinan menderita penyakit pernapasan lebih kecil daripada seseorang yang mempunyai status gizi kurang. Apabila status gizi seseorang buruk maka organ tubuhnya tidak dapat berkembang dan berfungsi dengan baik sedangkan pada orang yang memiliki status gizi lebih (obesitas) maka kerja organ pernapasan akan terganggu karena penumpukan lemak yang berlebihan yang menghambat proses pernapasan sehingga seseorang membutuhkan tenaga ekstra untuk melakukan respirasi.

Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa gizi kurang ternyata berhubungan dengan penyakit paru. Penelitian Benedict tahun 1919 pada orang dalam keadaan *starvation* ternyata mengalami perubahan fisiologis yaitu berupa penurunan *resting energy expenditure* sebesar 20% dan penurunan konsumsi O₂ sebesar 18%. Efek negatif dari penurunan status gizi terhadap fungsi ventilasi paru ini juga dikonfirmasi dalam penelitian Minnesota oleh Keys *et al* pada tahun 1950. Kapasitas vital paru menurun rata-rata 390 ml pada keadaan kelaparan. Penurunan tersebut akan kembali normal dalam 12 minggu setelah seseorang kembali pada keadaan diet normal. Penelitian yang lainnya menunjukkan peningkatan risiko kematian pada penyakit tuberculosis dan pneumonia apabila disertai keadaan kurang gizi tingkat berat.

Berdasarkan hasil analisa kebiasaan olahraga dengan gangguan fungsi paru yang dilakukan dengan menggunakan uji korelasi *pearson product moment* diperoleh nilai p-value untuk gangguan fungsi paru = 0,894 dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara kebiasaan

olahraga dengan gangguan fungsi paru.

Menurut peneliti hal ini didukung oleh tersedianya fasilitas olahraga di area kerja yang dapat digunakan pada saat jam istirahat dan pada saat jam kerja telah selesai di sore hari. Para pekerja lebih banyak menggunakan kesempatan untuk menggunakan fasilitas olahraga pada saat sedang menunggu bis pulang di sore hari. Pada pukul 15.00 jam kerja telah selesai dan bis pulang baru siap berangkat pada pukul 16.00. dan biasanya waktu menunggu dimanfaatkan untuk olahraga sejenak. Selain itu pada saat hari libur para pekerja juga terkadang menggunakan fasilitas olahraga tersebut didukung oleh terbentuknya tim-tim dalam pertandingan olahraga sesama pekerja. Fasilitas olahraga yang ada yakni sepak takraw, futsal, pingpong dan bulu tangkis. Selain itu juga luasnya area kerja mendukung para pekerja untuk menggunakan sepeda yang telah disediakan perusahaan atau bahkan berjalan kaki ke setiap lokasi. Secara tidak langsung hal tersebut telah memacu kebiasaan berolahraga setiap pekerja.

Kapasitas paru dapat dipengaruhi oleh kebiasaan seseorang menjalankan olahraga. Berolahraga

dapat meningkatkan aliran darah melalui paru sehingga menyebabkan semua kapiler paru mendapatkan perfusi maksimum, hal ini menyebabkan oksigen dapat berdifusi ke dalam kapiler paru dengan volume yang lebih besar atau maksimum. Olahraga mempunyai sepuluh unsur pokok untuk kesegaran jasmani, salah satu unsur pokok tersebut adalah meningkatkan pernafasan. Olahraga sebaiknya dilakukan sekali seminggu.

Berdasarkan hasil analisa kebiasaan merokok dengan gangguan fungsi paru yang dilakukan dengan menggunakan uji korelasi *pearson product moment* diper oleh nilai *p-value* untuk gangguan fungsi paru = 0,000 dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$. Hasil tersebut menunjukkan adanya hubungan antara kebiasaan merokok dengan gangguan fungsi paru pada pekerja di lokasi *coal yard* PLTU X Jepara.

Pada saat merokok terjadi suatu proses pembakaran tembakau dan *nikotina tabacum* dengan mengeluarkan polutan partikel padat dan gas. Diantaranya yang membahayakan kesehatan baik bagi perokok maupun orang disekitarnya adalah tar (*balangkin*), nikotin, karbon monoksida (CO) atau asap rokok, nitrogen sianida, benzopirin, dimetil

nitrosamine, N-nitroson nikotin, katekol, fenol dan akrolein. Asap rokok merangsang sekresi lendir sedangkan nikotin akan melumpuhkan silia, sehingga fungsi pembersihan jalan nafas terhambat. Konsekuensinya menumpuknya sekresi lendir yang menyebabkan batuk-batuk banyaknya dahak dan sesak nafas.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Gold *et al* yang menyatakan bahwa kebiasaan merokok pada pekerja yang terpapar oleh debu memperbesar kemungkinan untuk terjadinya gangguan fungsi paru. Penelitian Gold *etal* di Amerika menunjukkan hasil adanya hubungan *dose respon* antara kebiasaan merokok dengan dan rendahnya *level* FEV1/FVC dan FEF 25-75%. Jumlah konsumsi rokok sebanyak 10 batang perhari ditemukan berhubungan dengan penurunan FEF 25- 75% dibanding orang yang tidak merokok.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Rata-rata pekerja di lokasi *coal yard* PLTU X mayoritas berumur 20 – 30 tahun yaitu sebanyak 18 responden (51,43%) dengan mayoritas memiliki status gizi baik yaitu sebanyak 21 responden (60%). Didukung dengan tersedianya fasilitas olahraga oleh

- PLTU X Jepara terdapat 22 responden (63%) memiliki kebiasaan olahraga. Hasil penelitian ini juga menyatakan bahwa sebanyak 21 responden (60%) memiliki kebiasaan merokok.
2. Hasil pengukuran fungsi paru dengan menggunakan spirometer bahwa sebanyak 26 responden (74,28%) memiliki %FVC 59-79% dengan arti memiliki gangguan fungsi paru restriktif.
 3. Hasil pengukuran kadar debu total dengan menggunakan *High Volume Sampler* di 5 titik lokasi kerja melebihi NAB dengan hasil 11,9 – 16,4 mg/m³.
 4. Hasil pengukuran kadar debu terhirup dengan menggunakan *Personal Dust Sampler* bahwa sebanyak 11 responden (31%) mempunyai kadar debu hirup debu diatas NAB dengan hasil 2,1mg/m³.
 5. Terdapat hubungan yang signifikan antara kadar debu batubara total, kadar debu batubara terhirup dan kebiasaan merokok dengan gangguan fungsi paru
 6. Tidak terdapat hubungan antara umur, status gizi dan kebiasaan olahraga dengan gangguan fungsi

paru pada pekerja di lokasi *coal yard* PLTU X Jepara.

SARAN

1. Bagi Perusahaan
 - a. Lebih memperhatikan upaya mengurangi kadar debu agar pekerja di lokasi *coal yard* PLTU X Jepara tidak mengalami gangguan pernafasan, melalui upaya pengendalian teknis (pemeliharaan mekanis, proses separasi, otomasi, pengaturan operasi kerja, perlengkapan dan peralatan kerja untuk mencegah penyebaran debu, penggunaan metode basah untuk pencegah terbentuknya debu), dan kedisiplinan penggunaan alat pelindung diri seperti masker yang layak.
 - b. Menyediakan perangkat *dust suppression system* (penyiraman secara berkala dan otomatis) di lokasi *coal yard* PLTU X Jepara untuk mengurangi kadar debu batubara.
 - c. Memberi peraturan kepada perusahaan subcontractor agar menyediakan alat pelindung diri seperti masker kepada pekerja subcontractor yang bekerja di lokasi *coal yard* PLTU X Jepara.

- d. Melakukan sosialisasi mengenai bahaya merokok bagi para pekerja perokok.
2. Bagi Para Pekerja
Pekerja disarankan untuk selalu menggunakan masker respirator pada saat bekerja sehingga dapat menurunkan kemungkinan paparan debu batubara
3. Bagi Peneliti Selanjutnya
- a. Diperlukan penelitian lebih lanjut dan lebih spesifik mengenai kadar debu yang terpapar agar analisis komponen kadar debu yang terukur lebih spesifik.
- b. Diperlukan penelitian lebih lanjut dan waktu yang lebih lama dalam pengukuran kadar debu yang terpapar baik kadar debu total dan kadar debu terhirup.
- peneliti untuk melakukan penelitian di lokasi *coal yard* PLTU Jepara. Dan terimakasih juga kepada rekan-rekan yang telah membantu selama proses penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

1. Seaton A. *Coal Worker's Pneumokoniosis In Mogan WKC*. Eds, Occupational Lung Disease. 3rd. Philadelphia : WB Saunders Co, 1995 : 374 – 402
 2. Qomariyarus Sholihah, dkk. *Pajanan Debu Batubara dan Gangguan Pernafasan Pada Pekerja Lapangan Tambang Batubara*. Jurnal Kesehatan Lingkungan, Vol.4, No.2, 2008: hlm 1-8
 3. DR. R. Darmanto Djojodibroto, Sp.P. CCP, *Respirologi (respiratory medicine)*, Jakarta : penerbit buku kedokteran EGC. 2009.
 4. Budiman. *Penelitian Kesehatan*. Bandung : PT Refika Aditama. 2011.
 5. Bambang Setiawan, dkk. *Efek Inhalasi Debu Batubara Terhadap Stress Klorinatif dan Kerusakan Endotel*. J Indon Med Assoc, Vol 61, No.6, 2011.
 6. Wang, M, Z Wu, Q Du, E. Petsonk, K Peng, Y Li, J Li, G
- UCAPAN TERIMAKASIH**
- Terimakasih disampaikan kepada Bapak Tutug Bolet Atmojo, SKM petugas dari Balai Pengembangan Keselamatan Kerja dan Hiperkes Solo yang telah membantu dan membimbing proses penelitian dan pengukuran kadar debu batubara di lapangan. Terimakasih kepada seluruh staf PLN Jawa Tengah atas izin penelitian yang diberikan dan PLTU Unit 3 dan 4 Jepara yang telah memberikan kesediaannya bagi

-
- Han, and M. Attfieid. A *Prospective Cohort Study Among New Chinese Coal Miners: The Early Pattern Of Lung Function Change*. Journal Occupational and Environmental Medicine; 2004: 62:800- 805.
7. Pope, C. *Respiratory Health and PM 10 Pollution*. AM.Rev. Respiratory Disease. New York. 2003.
 8. Guyton, AC. *Buku Tesk Fisiologi Kedokteran*, Alih Bahasa Adji Dharma dan Lukmanto. Jakarta : EGC. 2001.
 9. Setyakusuma, Darma, et al, *Pengaruh Debu Besi Terhadap Kesehatan Paru Pekerja Pabrik Besi Baja PT. Krakatau Stell Cilegon*, Jurnal Respirologi Indonesia, Januari 1997, Vol.17, No.1, hal.16-23
 10. Sridhar, Mangalan. *Nutrition and health lung*. In : Clinical Nutritional and Metabollism Group Symposium on Nutrition and Lung Health. The Summer Meeting of the Nutrition Society. University of Surrey. Proceeding of the Nutrition Society 1999. (58) : 303 – 308.
 11. Burhan, E. *Perubahan Paru Pada Orang Tua*. Jurnal Respirologi Indonesia Vol.XX Tahun 2005
 12. Fakhur Razi. *Pengaruh Debu Batubara Terhadap Paru Pekerja Tambang Bagian Penggalian BWE System di PT X*. Tesis. UI, 2004
 13. Gold, Diane; Xiaobin Wang; Wypij, David; et al. *Effect of Cigarette Smoking On Lung Function In Adolescent Boys And Girls*. NEJM. Vol. 335 No. 13 . 2005 : 1 – 4
 14. Faidawati, Ria. *Penyakit Paru Obstruktif Kronik Dan Asma Akibat Kerja*. Journal of the Indonesia Association of Pulmonologist. Jakarta. 2003 : 7 -11